

Sidus

Revista del Club de Astronomía

AÑO 2 — NÚMERO 7
OCTUBRE 2013

ASTROFOTOGRAFÍA

FOTOGRAFIAR EL CIELO NOCTURNO PUEDE SER MÁS FÁCIL DE LO QUE PARECE



ESTRELLAS VARIABLES

NO TODAS LAS ESTRELLAS BRILLAN DE LA MISMA MANERA NI CON LA MISMA INTENSIDAD

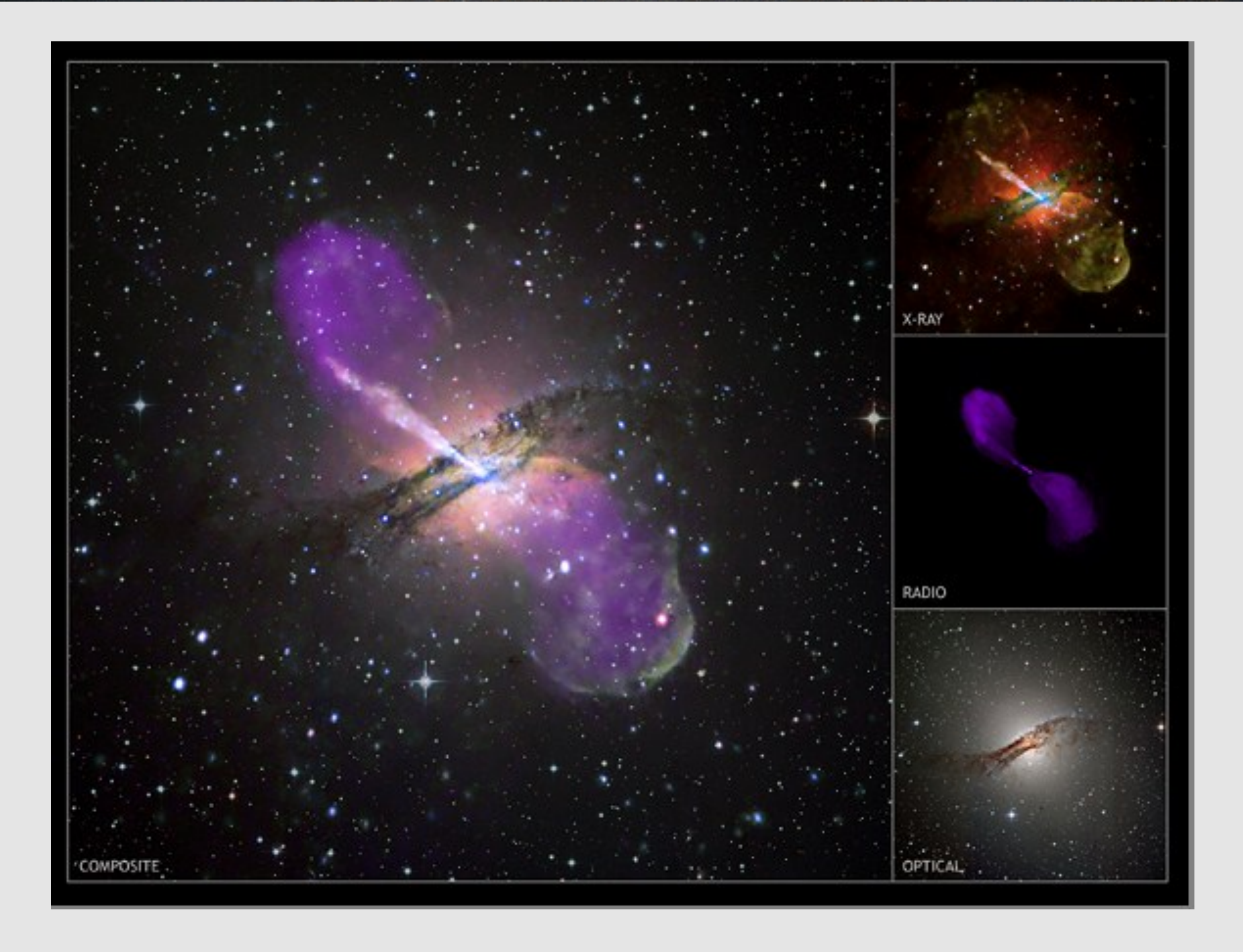
<< MATERIA OSCURA II

IMAGEN: TELESCOPIO 0.84 M OBSERVATORIO ASTRONOMICO NACIONAL SAN PEDRO MARTIR, B.C.

SUMARIO

RESPONSABLE: Dr. Gerardo Ramos Larios. EDITORES: Stephany Paulina Arellano, Alejandro Márquez Lugo, Edgar Santamaría.

Materia Oscura II



EL PROBLEMA DE LA MATERIA OSCURA

Peter Scheneider
Argelander-Instituto de Astronomía

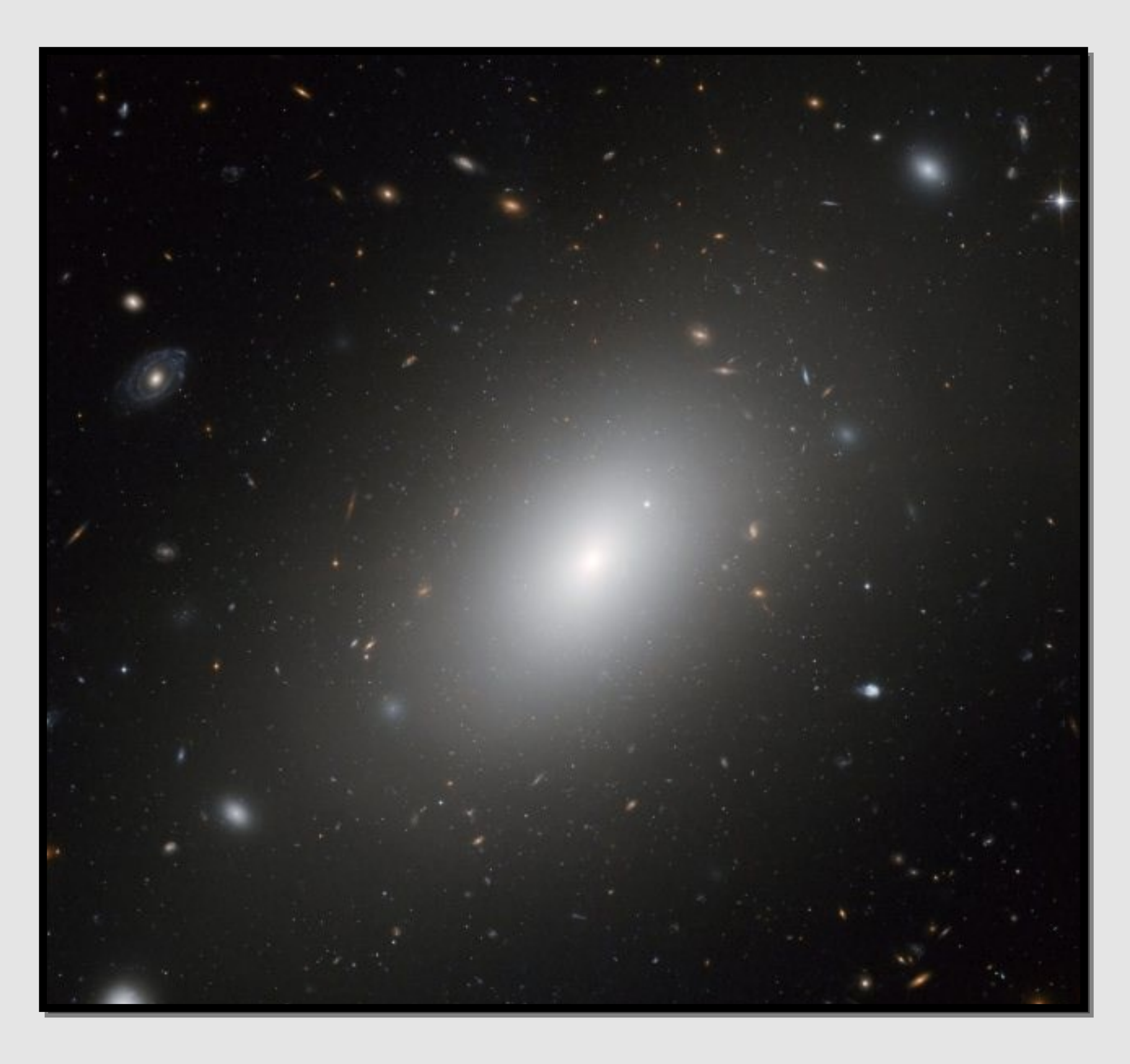
Hay que recordar que prácticamente toda la información que podemos obtener del universo se basa en medir la luz que emiten o absorben los objetos espaciales. Cuando obtenemos una imagen astronómica, lo que tenemos es una medición de la cantidad de luz y el tipo de luz que tiene esa estructura: visible, infrarrojo, rayos X.

Si quisiéramos deducir algún parámetro físico tendríamos que recurrir a modelos teóricos que expliquen lo que allí está ocurriendo. Por ejemplo, para explicar los chorros de emisiones en radio y rayos X en Centauro A (imagen anterior), usamos modelos que nos dicen que el núcleo de esa galaxia es activa, y mediante unos procesos muy energéticos que ocurren en el superagujero negro de su núcleo se expulsan grandes cantidades de energía y materia que dan lugar a esas emisiones de luz, con sus peculiaridades en distintas longitudes de onda. Para este ejemplo, el acuerdo entre nuestro modelo y lo que estamos observando es bueno, es decir, lo que observamos es lo que teóricamente se debería de observar (aunque existen algunos problemillas en este tipo de procesos en los que no entraremos).

Sin embargo, existen otros procesos en los que nuestros modelos fallan en poder explicar lo que ahí está ocurriendo. El problema de la materia oscura consiste en una falta de masa generalizada en cualquier estructura cosmológica. Al producirse esa falta de masa miremos donde miremos, debe de existir un tipo de materia, que no podemos ver mediante nuestros habituales métodos de observación de la luz, pero que crea una interacción gravitatoria observable indirectamente en la demás materia ordinaria que sí es luminosa y por tanto podemos ver, y que se siente alterada por esta influencia gravitatoria de lo que denominamos materia oscura (y también por la interacción de la propia materia ordinaria).

Es como si entrásemos en una habitación totalmente oscura en la que no podemos ver nada, y andando nos golpeamos la cabeza con el armario. Bueno, no hace falta decir que aunque no hubiésemos visto el armario, sin duda sabemos que está ahí, es más, sabemos que está duro y ¡duele!.

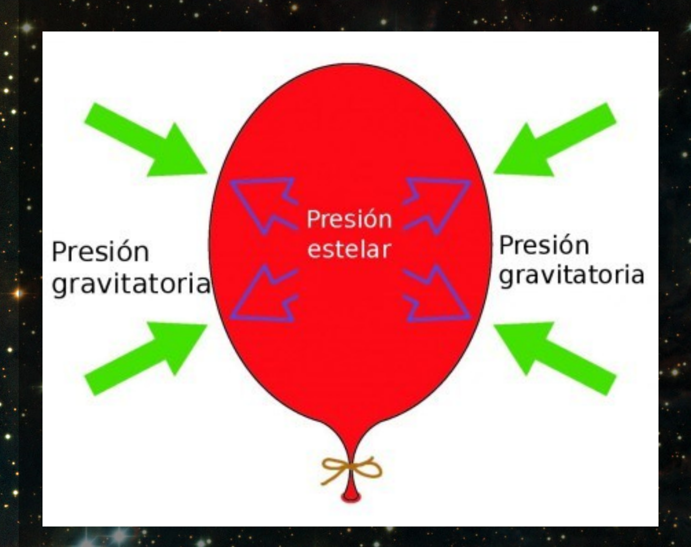
El objetivo de esta entrada es el de explicar cuales son los ámbitos en los que es necesario introducir un término adicional de materia oscura a la materia ordinaria que sí podemos observar. Es por tanto una materia oscura en el sentido de que no es observable, no interacciona con la luz, no brilla ni absorbe luz, pero que sin embargo sus efectos gravitatorios si que están presentes.

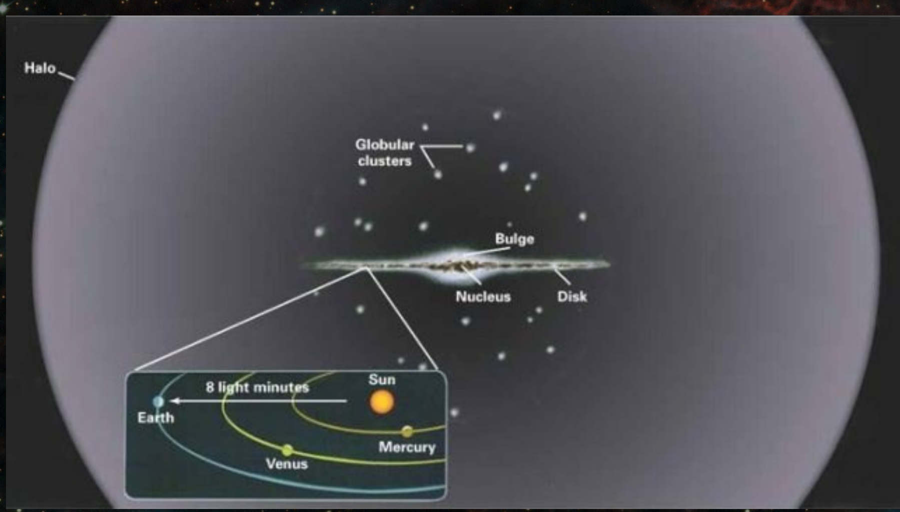


GALAXIAS ELÍPTICAS

Las galaxias elípticas aparecen como un globo difuso, más o menos elíptico, nada que ver con la espectacularidad estética de las galaxias espirales, con esa estructura tan llamativa. Esto es principalmente porque están constituidas casi exclusivamente por estrellas, estrellas viejas, no conteniendo prácticamente nada de gas. Son por tanto galaxias viejas, en las que se ha agotado todo el gas que es la materia prima de la que se pueden producir estrellas nuevas. De acuerdo con los modelos galácticos, en el centro de las galaxias elípticas (en todas las galaxias en general) se encuentra un agujero negro supermasivo.

La forma que tienen de moverse las estrellas en las galaxias elípticas puede asemejarse con un inmenso enjambre de abejas moviéndose de forma más o menos caótica dentro de la estructura ovalada de la galaxia. Mientras que para el caso de las galaxias espirales, a una distancia del centro galáctico, las estrellas deben de moverse a una velocidad dada (como ya explicamos en el capítulo anterior), en el caso de las galaxias elípticas no existe una velocidad determinada que deba tener una estrella a una distancia del centro, sino que todas las estrellas en su conjunto tienen una velocidad media, llamada "velocidad de dispersión". Esta velocidad de dispersión de las estrellas crea una presión, al igual que lo hace un gas, aquí el papel de átomos del aire lo jugarían las estrellas. La presión de velocidades es la que se contrarresta con la "presión" gravitatoria que ejerce la masa de la propia galaxia.



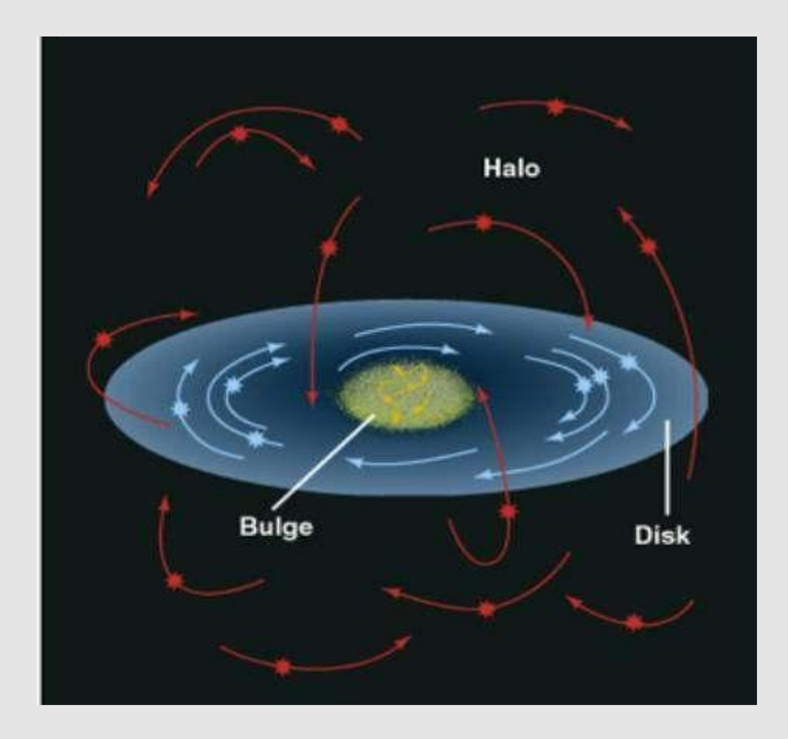


Dado que el globo (galaxia) no se rompe (no escapan las estrellas), la presión estelar, que depende de la velocidad media de las partículas, debe ser igual a la presión gravitatoria. Conviene aclarar que la presión gravitatoria no es una fuerza que proviene de fuera de la galaxia (como en el globo), sino de dentro, de la fuerza gravitatoria de la masa de la galaxia. Al contrario de un globo de plástico, en la que la fuerza que contrarresta a la del gas es la presión atmosférica exterior.

Pues analizando las velocidades medias de las estrellas en las galaxias elípticas, encontramos que las dispersiones son mucho más altas que la que deberían tener correspondiendo a la masa que observamos en la galaxia. Esto es como si tuviéramos el globo, y soplásemos y soplásemos (estaríamos aumentando la presión dentro del globo) y sin embargo el globo no se rompiese. Pues he aquí materia oscura. Masa que nos hace falta para que la estructura de una galaxia elíptica tenga sentido.

Ya en el capítulo anterior mostramos vagamente cual sería el papel de la materia oscura en la dinámica de las galaxias espirales. Sin embargo, como suele ser habitual, las cosas siempre son más complicadas de lo que parecen. La estructura de una galaxia espiral no puede considerarse simplemente un disco homogéneo con una velocidad de rotación asociada, pues además de que son varios los componentes independientes en el disco (estrellas, gas y polvo), existen otras estructuras en una galaxia espiral que han de tenerse en cuenta.

En el esquema anterior podemos ver cuales son las estructuras principales de una galaxia espiral. El núcleo está constituido por un agujero negro supermasivo. La estructura central llamada bulbo, cuya geometría es ovalada, se rige por una cinemática muy parecida a la de una galaxia elíptica, estando dominada por la presión de las estrellas moviéndose a altas velocidades, y al igual que estas, tiene relativamente poco gas y polvo, aunque a diferencia de las galaxias elípticas, el bulbo de las galaxias espirales tiene algo de rotación. Seguidamente se encuentra el disco. En el disco es donde se encuentra la mayor parte de la masa (visible) de una galaxia espiral y es el que contiene casi la totalidad del gas y polvo que tiene la galaxia. Rodeando a toda la estructura galáctica tenemos una esfera llamada halo. El halo también puede considerarse una estructura parecida a una galaxia elíptica, con estrellas muy viejas revoloteando y en el que suelen encontrar cúmulos globulares, sin embargo la densidad de estrellas es muy baja, prácticamente despreciable frente a la gran cantidad de estrellas del disco.



Como podemos ver, el movimiento de cada parte de una galaxia espiral es diferente. Esto puede llegar a complicar los cálculos de masa de la galaxia. Sin embargo, lo que realmente nos importa es poder determinar la masa de cada estructura con la mayor precisión posible, pues la suma de las masas de todas las componentes será la masa de la galaxia. Para esto se miden la contribución de las estrellas, el gas y el bulbo.

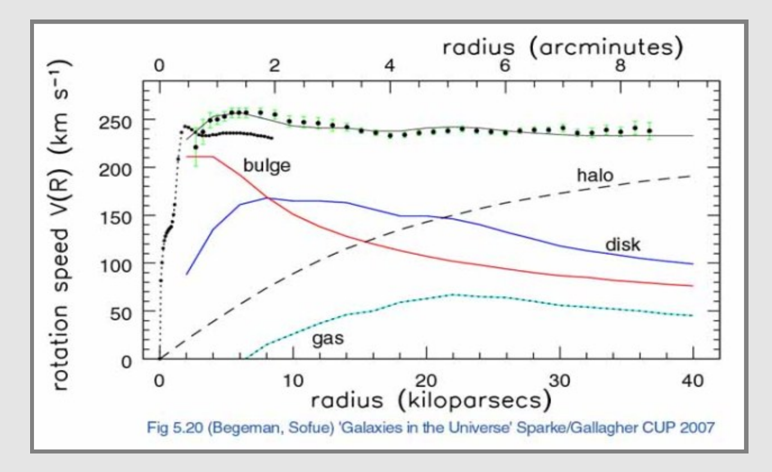


Fig 5.20 (Begeman, Sofue) 'Galaxies in the Universe' Sparke/Gallagher CUP 2007

En la gráfica anterior se representan las velocidades de rotación que tendrían que tener las estrellas considerando individualmente la masa de: gas, disco y bulbo, es decir, si sólo existiese el disco, la curva de rotación de la galaxia sería la curva que pone disco, y así con las demás. Para poder obtener la velocidad de rotación real de la galaxia (puntos de error), ha de introducirse como parámetro la masa que debería tener el halo “ad hoc”. En el halo va incluida la materia oscura, siendo prácticamente toda la masa del halo materia oscura, ya que las estrellas en el halo son muy pocas, despreciables en masa. Vemos que la suma de todas las contribuciones de masa: gas+bulge+disk+halo, que es la línea negra, está “pisando” perfectamente los puntos que representan las velocidades de rotación de la galaxia.

Es decir, esa contribución de halo explica perfectamente el modelo de rotación de una galaxia espiral.

El hecho de que a la materia oscura se la esté asignando a la estructura del halo, es porque se piensa que sea lo que sea de lo que esté formada la materia oscura, se encuentra ahí, en esa forma esferoidal. Además ocupa un espacio mucho mayor de lo que ocupa la galaxia, extendiéndose a radios mucho mayores.

OTROS TIPOS DE GALAXIAS

No todas las galaxias son espirales o elípticas, pero si que la mayoría tienen propiedades intermedias entra las dos. Por ejemplo las galaxias esferoidales, son básicamente una galaxia elíptica con un tamaño mucho más pequeño. Este tipo de galaxias suele contener grandes cantidades de materia oscura, mayor en proporción que las elípticas, que contrastan con los cúmulos globulares, que son muy parecidos en cuanto a estructura a las galaxias esferoidales, pero que por el contrario contienen muy poca materia oscura.

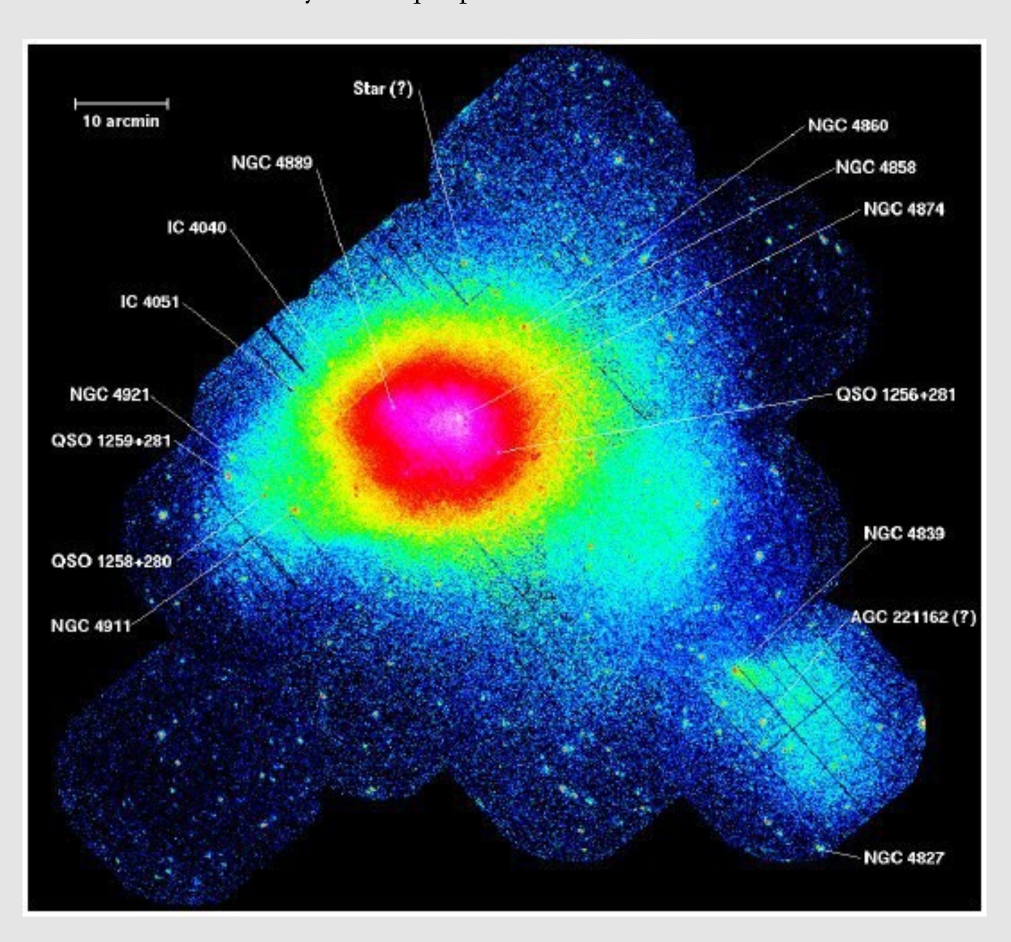
Todos los demás tipos de galaxias (irregulares, peculiares…) tienen diferentes métodos de medición de materia oscura, pudiéndose complicar su determinación. Sin embargo hay un gran consenso en la necesidad de incluir un término de materia oscura en todas ellas en mayor o menor grado.

CÚMULOS DE GALAXIAS

Las galaxias no suelen encontrarse aisladas en el universo, sino que suelen estar asociadas en lo que se denominan cúmulos de galaxias. Estos cúmulos galácticos se encuentran ligados gravitacionalmente, formando agrupaciones de cientos o miles de galaxias. Curiosamente, la primera evidencia de materia oscura no se encontró en una galaxia individual, sino que se encontró en el cúmulo galáctico de Coma. El cúmulo de Coma es un cúmulo de unas 1000 galaxias, a unos 320 millones de años-luz.

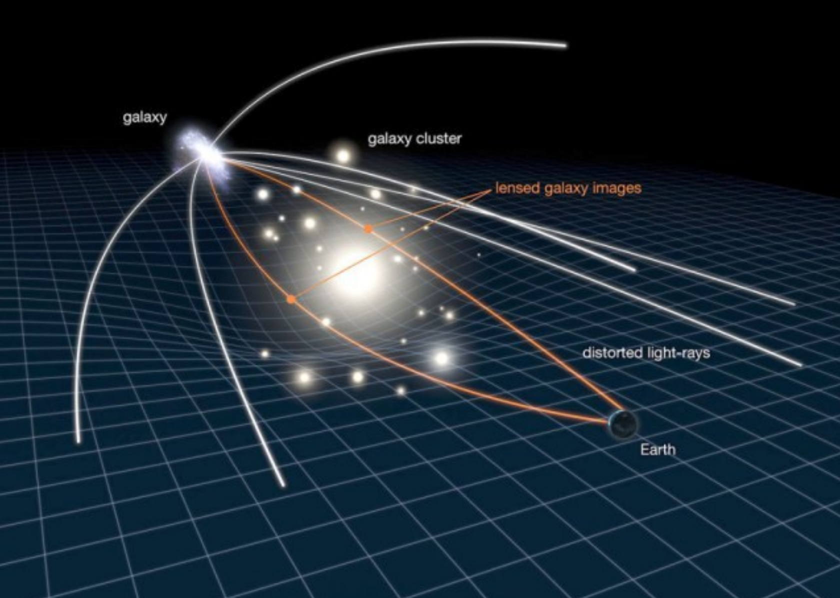


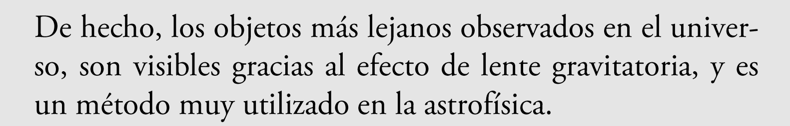
En 1933, Fritz Zwicky midió las velocidades de las galaxias del cúmulo de Coma. Por aquel entonces ya existían técnicas para poder estimar la masa de una galaxia sabiendo su luminosidad. Sabiendo las masas de las galaxias del cúmulo realizó unos cálculos relativamente simples en los cuales derivó la velocidad que debería tener una galaxia para poder escapar del cúmulo, algo muy parecido a cuando se calcula la velocidad de escape de la Tierra, siendo la velocidad necesaria para vencer la fuerza gravitatoria y escapar de esa interacción gravitacional. Encontró que las velocidades típicas de las galaxias en Coma es mucho mayor que la velocidad de escape. Si esto fuera así, las galaxias escaparían del cúmulo, dejando de estar ligadas gravitacionalmente, y por tanto la estructura del cúmulo no debiera de existir. Zwicky concluyó que el cúmulo de Coma tendría que tener una cantidad de materia adicional a la observable, siendo esta cantidad de masa mucho mayor a la que posee el cúmulo en términos de masa observable. Esta fue la primera evidencia de materia oscura. Otro método usado para determinar la cantidad de materia de un cúmulo galáctico es mediante observaciones de rayos X. Los cúmulos tienen en el espacio que queda entre las galaxias mucho gas caliente, con temperaturas del orden de 10 a 100 millones de grados, medibles mediante rayos X. Debido a las altas temperaturas, y por tanto la alta velocidad del gas, tiende a disiparse si la fuerza gravitatoria del cúmulo no es suficientemente fuerte como para atraparlo gravitacionalmente. Si no existiese una masa adicional, este gas simplemente se evaporaría en el espacio interestelar, disipándose. Sin embargo, la existencia de este gas extremadamente caliente indica que debe de existir un exceso de masa en el cúmulo para poder retener el gas, pues la materia observada de las galaxias no es suficiente para contenerlo.

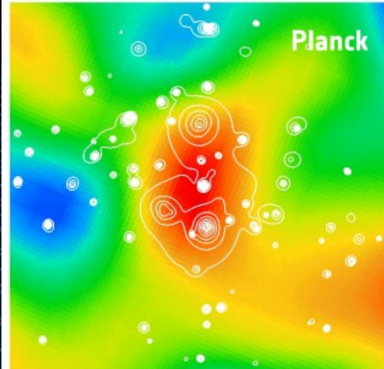


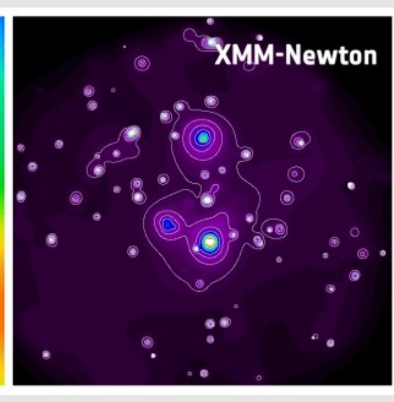
LENTES GRAVITATORIAS

Las lentes gravitatorias son un fenómeno directamente relacionado con la relatividad general. Sin entrar en más detalles, la presencia de una masa curva el espacio-tiempo, al curvarse, un rayo de luz que pase cerca verá afectada su trayectoria. Este efecto hace que si tenemos un objeto que se encuentra a grandes distancias, poniendo una masa entre el objeto y nosotros, la luz pueda curvarse de tal forma que la masa perturbadora haga un efecto de lente, curvando las trayectorias de los rayos de luz. Con esto podemos conseguir que un objeto extremadamente lejano, que no sea visible por su lejanía, pueda verse si tenemos la suerte de que existe una gran masa que actúe como una lente gravitatoria, entre ese objeto y nosotros, sería como mirar con una lupa algo que no podemos ver a simple vista.









Imágenes de Planck y XMM-Newton de un supercúmulo llamado PLCK G214.6-37.0 descubierto por efecto Efecto Sunyaev-Zeldovich

De hecho, los objetos más lejanos observados en el universo, son visibles gracias al efecto de lente gravitatoria, y es un método muy utilizado en la astrofísica.

En la imagen anterior vemos como un cúmulo de galaxias actúa como lente gravitatoria para una galaxia muy distante. El efecto de la masa es el de curvar el espacio-tiempo, alterando las trayectorias de la luz que emite la galaxia, magnificándose su imagen. Evidentemente, la cantidad de masa de la lente implica un mayor o menor efecto de lente gravitatoria. Al igual que anteriormente, la masa que observamos en la lente es mucho menor que la que produce el efecto. Esto es una nueva confirmación de la existencia de materia oscura. Aunque el efecto de lente gravitatoria puede producirse por cualquier masa que curve el espacio-tiempo, la realidad es que solamente los cúmulos galácticos tienen una masa suficiente para que los efectos sean observables y medibles, por tanto este fenómeno solo es apreciable para grandes distancias. Sin embargo pequeñas desviaciones de estrellas por el efecto del Sol si que pueden medirse, de hecho, la confirmación prácticamente definitiva de la relatividad general fue la alteración de una posición de una estrella, observable cuando ocurre un eclipse solar.

EFECTOS COSMOLÓGICOS

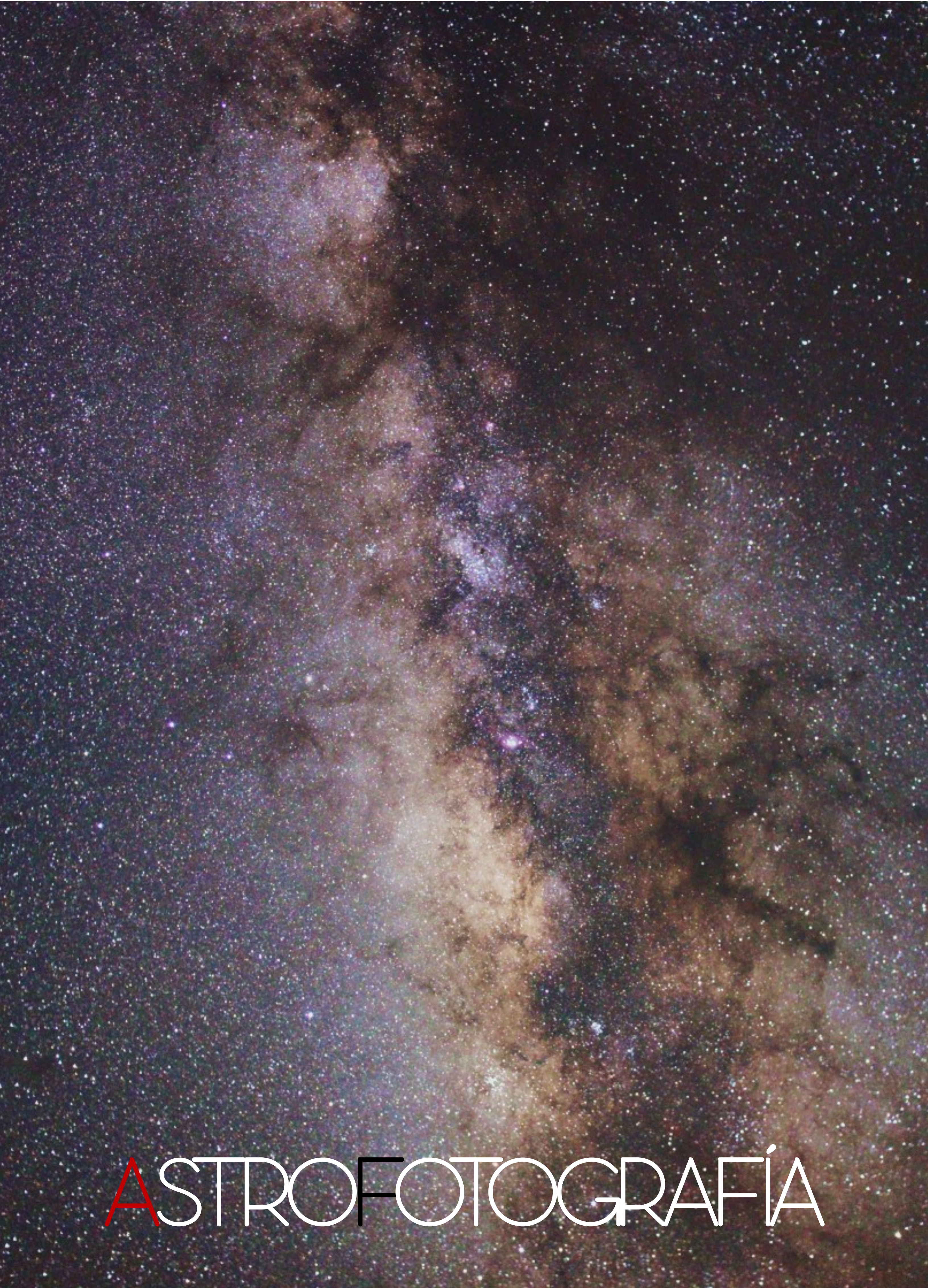
La presencia de materia oscura también se manifiesta en las escalas cosmológicas del universo. El fenómeno llamado efecto Sunyaev-Zeldovich consiste en que el fondo cósmico de microondas se ve perturbado por la presencia de electrones libres a una gran temperatura. Estas condiciones se pueden encontrar en los cúmulos galácticos en los que, como ya hemos dicho, encontramos gas a altas temperaturas, y por tanto ionizado. Los electrones interaccionan con la radiación del fondo cósmico, haciendo parecer desde nuestra perspectiva que el fondo tiene una mayor temperatura (ganada en la interacción con el gas caliente de los cúmulos galácticos).

Examinando esas características en el fondo cósmico podemos determinar las masas de los cúmulos galácticos, incluso cuando esos cúmulos están tan alejados que no pueden ser observados por encontrarse a distancias tan enormes que no podemos detectar su luz emitida, sino exclusivamente por interacción Sunyaev-Zeldovich. Cada cúmulo galáctico deja su impronta en el fondo cósmico de microondas y por tanto es observable.

También la forma que tiene de evolucionar la estructura a gran escala del universo viene determinada por la materia oscura. Las computaciones realizadas para poder simular la evolución del universo deben incluir a la materia oscura. De hecho, la inclusión de este término de masa es fundamental para una correcta simulación evolutiva del universo.

Los últimos resultados del satélite Planck sobre el fondo cósmico de microondas ofrecen una cifra de cuales son las fracciones de materia conocida y materia oscura en el universo. La materia oscura constituye el 25,8 % y la materia ordinaria el 4,82 %. Por otro lado, la energía oscura es un 67% del universo. Esto indica que existe unas 5 veces más materia oscura que materia ordinaria visible por nuestros instrumentos, y es muy curioso el que sepamos cuanta materia y energía oscuras hay en el universo con tanta precisión cuando todavía no sabemos que son.

Sin duda, el papel de la materia oscura es muy importante en el universo, aunque aún no sepamos de que está hecha.


ASTROFOTOGRAFÍA

ASTROFOTOGRAFÍA

Gerardo Ramos Larios

CUANDO SE OBSERVA EL CIELO NOCTURNO, ES POSIBLE DISTINGUIR UNA GRAN CANTIDAD DE ESTRELLAS, SOBRE TODO AL SALIR FUERA DE LAS GRANDES CIUDADES, DEJANDO ATRÁS LOS CIELOS ILUMINADOS Y CONTAMINADOS.

Esto siempre ha incitado a las personas a intentar obtener imágenes de lo que vemos en nuestros cielos. Anteriormente, esta podría ser una actividad bastante difícil; pero con el advenimiento de las nuevas cámaras digitales, que poseen detectores más eficientes y económicos, el poder llevar a casa recuerdos de esas observaciones es cada vez más sencillo. Esta disciplina que combina el arte con la ciencia ha despertado el interés de más de una persona quien termina por dedicarse a ella como un hobby.

La fotografía es la ciencia y/o el arte de obtener o capturar imágenes en un medio material sensible a la luz. Se basa en el principio de la cámara oscura, en el cual se proyecta una imagen captada por un pequeño agujero sobre una superficie, de tal forma que el tamaño de la imagen queda reducido y aumentada su nitidez. Para almacenar esta imagen, las cámaras fotográficas utilizaban una película sensible, mientras que en la actualidad se emplean generalmente detectores CMOS y CCD (fotografía digital).

La película fotográfica (Fig. 1) es una emulsión que contiene una sustancia sensible a la luz como el nitrato de plata sobre acetato. Las sales de plata son de un tamaño variable del cristal que afecta a la sensibilidad de la película (grano). Cuando esta emulsión es sometida a una exposición controlada de luz, la imagen queda grabada en la película. Para obtener una imagen final se le aplica a la película una serie de procesos químicos (revelado).

En cambio, los detectores CMOS y CCD (Fig. 2) basan su funcionamiento en el efecto fotoeléctrico. Están formados por numerosos fotodiodos, uno para cada píxel, que producen una corriente eléctrica que varía en función de la intensidad de luz recibida. Los detectores cuentan con microlentes que a modo de lupa concentran la luz de cada celda.

[1]*Complementary Metal-Oxide-Semiconductor* o Semiconductor Complementario de Óxido de Metal
[2]*Charge-Coupled Device* o Dispositivo de Carga Acoplada





Figura 1. Película fotográfica

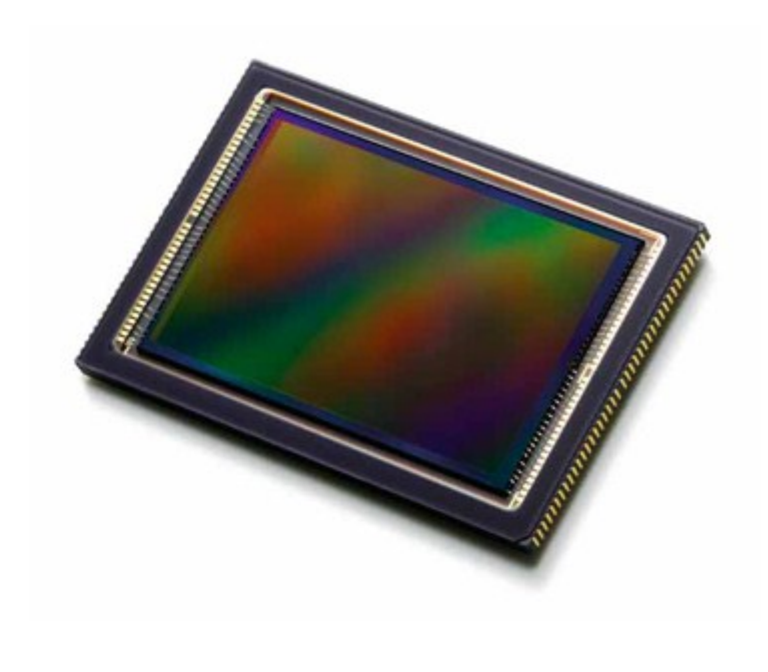
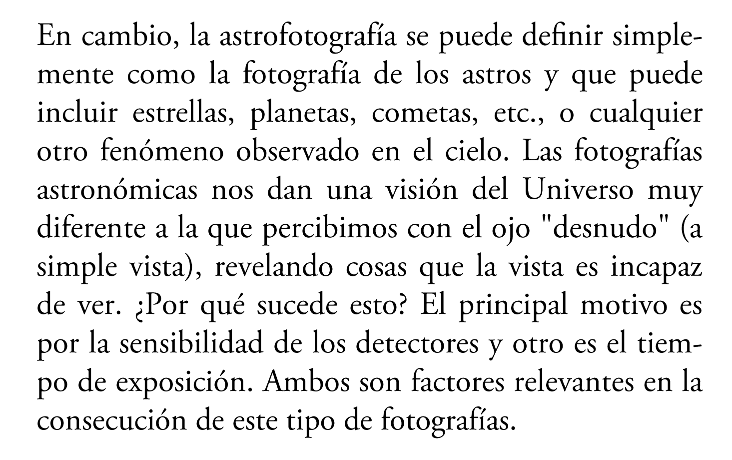


Figura 2. Detector CCD



En cambio, la astrofotografía se puede definir simplemente como la fotografía de los astros y que puede incluir estrellas, planetas, cometas, etc., o cualquier otro fenómeno observado en el cielo. Las fotografías astronómicas nos dan una visión del Universo muy diferente a la que percibimos con el ojo "desnudo" (a simple vista), revelando cosas que la vista es incapaz de ver. ¿Por qué sucede esto? El principal motivo es por la sensibilidad de los detectores y otro es el tiempo de exposición. Ambos son factores relevantes en la consecución de este tipo de fotografías.

Para entender mejor esto, debemos dejar claro que tanto nuestro ojo como la fotografía a pesar de ser muy similares poseen cualidades diferentes. Por ejemplo, nuestros ojos se adaptan a los cambios de luz a gran velocidad y restan importancia a los cambios de intensidad de luz entre luces y sombras. Sucede que nuestro ojo no es capaz de acumular la luz percibida, sin importar el tiempo que intentemos mantener nuestros ojos abiertos.

En cambio, los detectores de los cámaras fotográficas pueden captar la luz de forma lineal: entre mas tiempo los expongamos a la luz, ésta se ira acumulando.

Esto es muy interesante: en realidad el ojo tiene un sistema de visión continua que envía constantemente información al cerebro para que la procese. La velocidad de obturación del ojo (haciendo la analogía con una cámara) es de aproximadamente una centésima de segundo (1/100 seg.), que es el intervalo temporal que el ojo es capaz de distinguir, aunque en determinadas condiciones es capaz de detectar emisiones de luz de sólo dos centésimas de segundo de duración.

En cambio, la cámara evidentemente tiene más opciones. Por ejemplo, dispone de velocidades de obturación muy rápidas que permiten congelar el movimiento, algo que el ojo no puede hacer; o el extremo contrario, exposiciones largas que permiten acumular luz y ver lo invisible para el ojo, justo lo que necesitamos para poder registrar la débil luz de las estrellas.

En este contexto, un parámetro poco conocido sobre los detectores CMOS y CCD, pero que debemos mencionar es la eficiencia cuántica (EC), que representa el porcentaje de fotones que inciden sobre el detector y que son capaces de liberar un electrón. Por ejemplo, una EC del 50% quiere decir que por cada 100 fotones que inciden en la superficie fotosensible del detector, éste genera 50 electrones. Es importante señalar que la EC varía según la longitud de onda de la luz (Fig. 3).

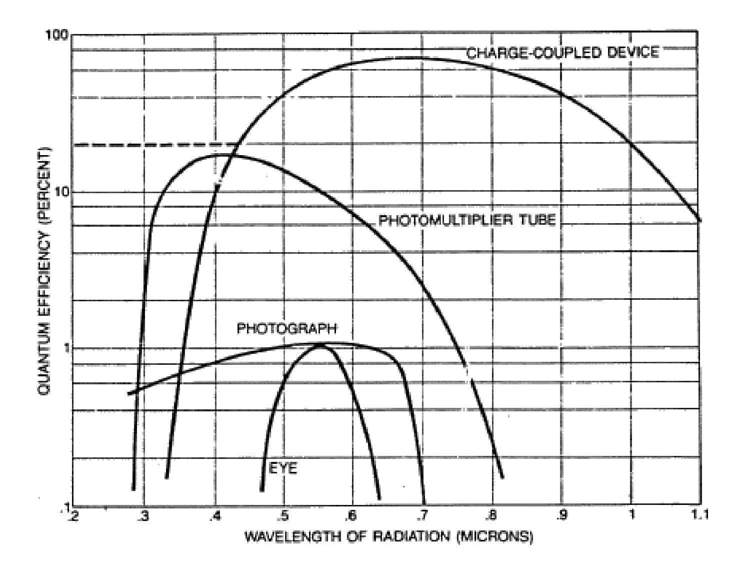


Figura 3. Eficiencia cuántica del ojo, película fotográfica y CCD

Observando el gráfico anterior (Fig. 3) nos damos cuenta que la película fotográfica tiene una EC de entre el 6 % y el 10% mientras que los CCD tienen una EC de entre un 40% y un 90%; el ojo humano tiene una EC equivalente del 10%, un valor más próximo a la película que al CCD.

Aunado a esto, la sensibilidad espectral de nuestro ojo es muy pobre, comparada con la que es posible alcanzar con los detectores (Fig. 4), permitiendo registrar colores en nuestras imágenes, que el ojo con su limitado rango y en esas condiciones bajas de luz seria imposible de observar.

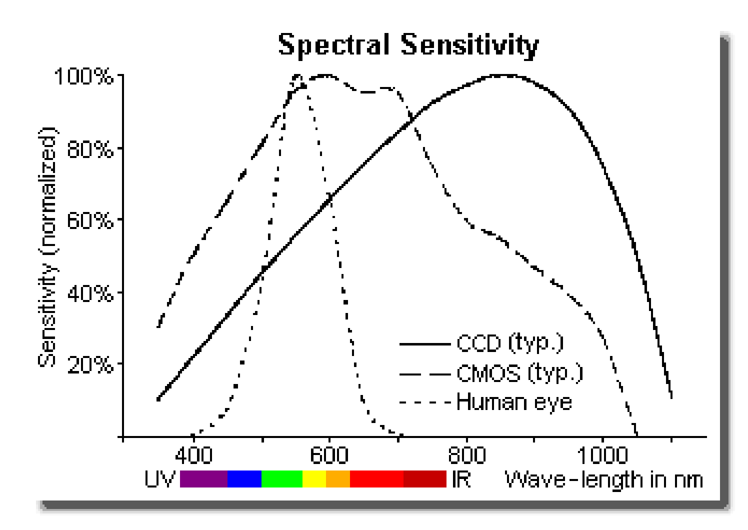


Figura 4. Sensibilidad espectral normalizada entre el ojo, CMOS y CCD

<< METODOLOGÍA

Por las características expuestas anteriormente y de las cuales podemos darnos cuenta incluso en la primera noche que intentemos hacer nuestras imágenes es que resulta tan interesante la astrofotografía.

En general, existen algunas variantes de esta práctica, siendo las principales:

- Fotografía con tripié o trípode
- Fotografía con montura ecuatorial sin telescopio

Fotografía con telescopio y montura ecuatorial.

La primera de ellas no requiere de conocimientos previos para llevarla a cabo, ni de un exceso de equipo, simplemente es necesaria la cámara, un tripié o trípode y un cable disparador.

Para conseguir bonitas fotos de trazos estelares, de constelaciones o incluso del paso de cometas brillantes, basta sólo con trasladarse a alguna zona rural en las afueras de la ciudad, donde pueda disponerse de cielos despejados y muy oscuros. Es necesario buscar de forma especial alguna noche sin Luna (Fig. 5).

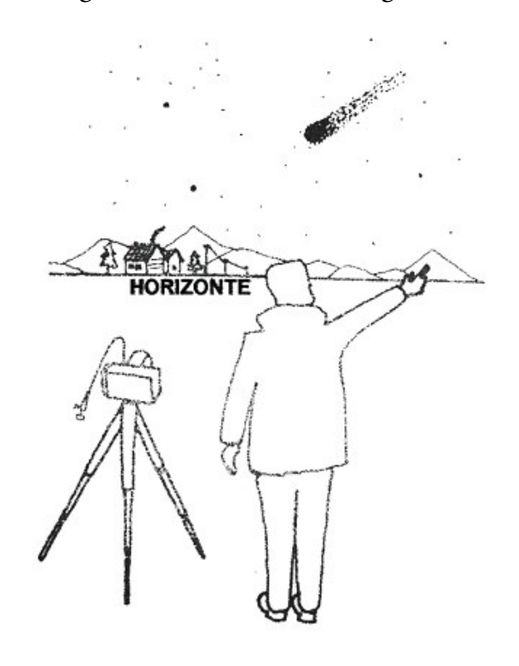


Figura 5. Buscar un horizonte despejado en una noche oscura fuera de la ciudad

El procedimiento a seguir es muy sencillo:

Primeramente montamos nuestra cámara sobre el tripié, conectamos el cable disparador, abrimos el diafragma al máximo, se coloca el selector de exposición en B o bulbo y enfocamos el lente en infinito (∞) (Fig. 6).

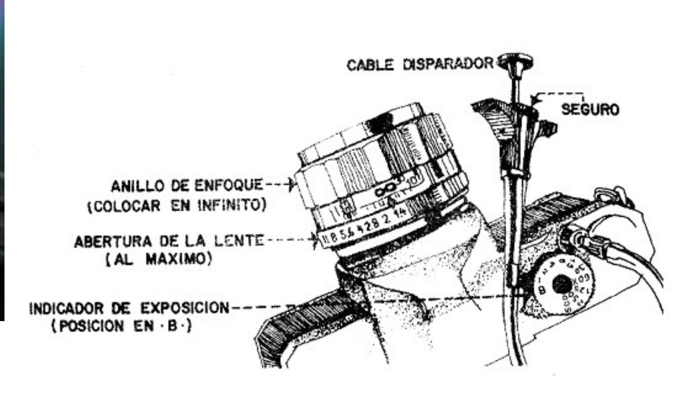


Figura 6. Forma de colocar los mandos de la cámara

Las estrellas constituyen un tema interesante para las primeras fotografías astronómicas; además, resultan fáciles de fotografiar. No permanecen estacionarias en el firmamento dado que parecen girar alrededor de la estrella polar (localizada en la constelación de la Osa Menor en el polo norte celeste) por el movimiento de rotación de la Tierra, ya que esta gira a razón de 15 grados por hora, es decir un grado cada 4 minutos. Además que este movimiento varía dependiendo hacia que zona del cielo se esté observando

Si se toma una fotografía de esa zona del firmamento con exposición de al menos cinco minutos, se podrá ver las estrellas en forma de arcos de circunferencia girando alrededor de la Estrella Polar. Y si se observa hacia el ecuador celeste se ve el paso de las estrellas del este hacia el oeste en líneas más o menos rectas.

Tomando en cuenta lo anterior, es posible obtener imágenes interesantes de rastros circulares de las estrellas fotografiando la zona donde se encuentre la estrella polar, en las proximidades del polo norte celeste.

Por ello, lo mejor es buscar que nuestra primera imagen sea de la estrella polar e intentando una serie de exposiciones desde 30 segundos hasta algunos minutos, dependiendo de la oscuridad del cielo.

Posteriormente evaluamos nuestras imágenes para determinar la exposición óptima. De esta manera y eligiendo la exposición adecuada, podremos intentar con una exposición total de 30 minutos hasta 1 hora (Fig. 7).

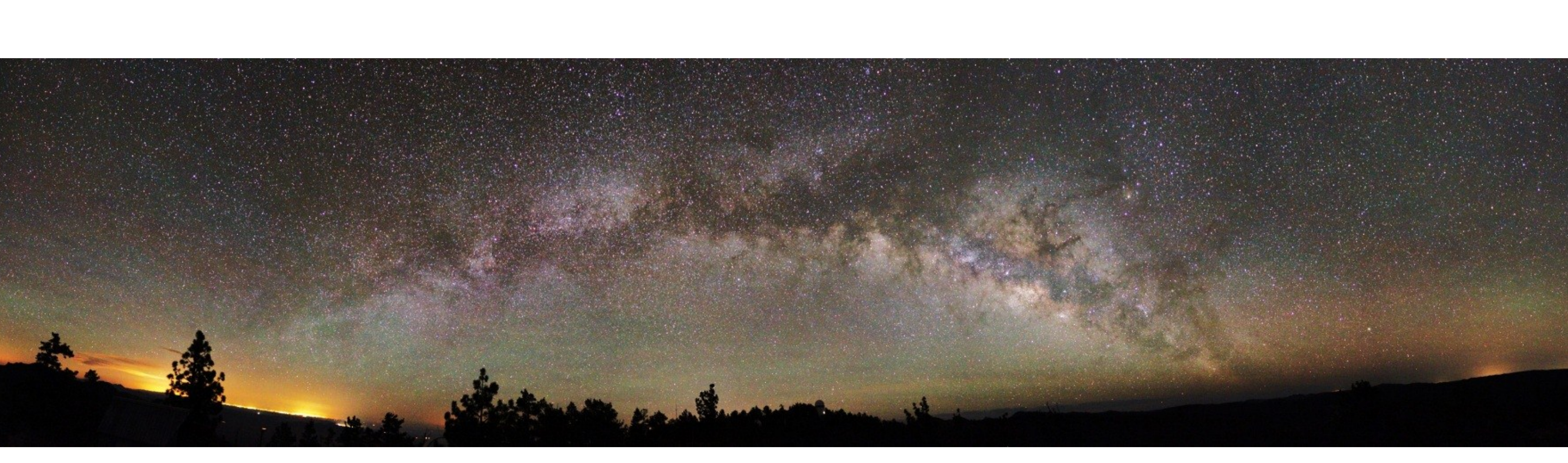
Como ya mencionamos, las mejores fotografías se conseguirán en las noches oscuras sin Luna y lejos de las luces de la ciudad y focos de población (este es sin duda el factor más importante en la Astrofotografía). La luz de la Luna y de las ciudades produce un fondo general iluminado en el firmamento nocturno, que limita el tiempo de exposición máximo que se puede usar sin riesgo de sobreexponer el fondo oscuro de las fotografías. Se debe tomar en cuenta también el proteger el objetivo de la cámara del rocío nocturno y de retirar los filtros que lo protejan ya que de otra forma nos saldrían reflejos en las fotografías o podría cambiar el tono del cielo.

Puesto que muchas fotografías serán de exposición prolongada, uno de los requisitos más importantes consiste en mantener la cámara inmóvil, montándola en el trípié. También debe usarse un disparador de cable. Esto permite tomar fotografías de larga exposición y ayudar a la nitidez de las mismas, al reducir la vibración de la cámara mientras se abre y se cierra el obturador.

Es recomendable incluir en la composición algún elemento terrestre sobre el horizonte ya que ayuda a dar fuerza a la imagen y a situarla en un contexto. Algún edificio singular, árboles, personas, etc. (Fig. 8).

El proceso de fotografiar estrellas, puede requerir desde algunos minutos hasta varias horas, así que se debe pensar en una actividad paralela para realizar mientras se hace la foto. De otro modo, quizás la actividad podría resultar un poco aburrida.

Se necesita de mucha paciencia: puede que las primeras imágenes no queden muy bien.





<< MONTURAS Y TELESCOPIOS

En las técnicas anteriores solamente se ha utilizado una cámara convencional y un trípode para conseguir esos resultados. Pero como hemos visto, al tomar fotografías del cielo, a poco que se alargue la toma, lo único que obtendremos son estelas de estrellas, pero no imágenes puntuales. Para evitar esto, se debe contrarrestar este movimiento dotando a nuestra cámara de unos motores que en sincronía con el movimiento de rotación terrestre sigan perfectamente al objeto y lo mantengan en la misma posición durante toda la exposición, logrando el efecto como si el objeto estuviera inmóvil en el cielo. A este tipo de bases o monturas motorizadas se le conoce con el nombre de "monturas ecuatoriales".

Al contar con una montura de este tipo seremos ahora capaces de extender nuestros tiempos de exposición para de esta manera detectar objetos aún más débiles. Es decir, podremos ir acumulando la luz de objetos que ni siquiera podemos distinguir a simple vista.

La montura debe ser rígida, ya que cualquier vibración por muy leve que sea o movimiento indeseado produce que las fotografías salgan "movidas". Entre más rígida sea, mejores resultados se podrán conseguir.

Y esto es más o menos común casi con cualquier tipo de montura, siendo uno de los problemas más grandes a los que se enfrentan los aficionados a la astrofotografía.

Una vez que se cuenta con una montura de este tipo, es posible complementar nuestro equipo con un teleobjetivo o telefoto o mejor aún, un telescopio para obtener imágenes más detalladas de algunos de los objetos celestes (Fig. 9).

Contar con este tipo de equipo, abre un abanico enorme de posibilidades, ya que ahora será posible obtener imágenes de regiones de formación estelar, galaxias lejanas con sus enormes brazos espirales, cúmulos de estrellas (algunos conteniendo más de diez mil estrellas) y nebulosas, éstas últimas con una cantidad de colores producidos por la ionización de sus gases y el polvo contenido en ellas, donde cada color será dictado por el tipo de elemento existente en la nebulosa (Fig. 10).

A partir de aquí, incluso es posible hacer ciencia con nuestras imágenes, además de seguir produciendo resultados estéticos.

<< PROCESADO DE LAS IMAGENES

Una parte muy importante de la astrofotografía, corresponde al procesado de las imágenes; tarea que puede llevarse a cabo en casa.

Este procesado de las imágenes, puede realizarse mediante el uso de software de libre acceso en la red, como el programa StarTrails. Este nos permitirá integrar las exposiciones realizadas en una sola imagen o incluso, hacer una secuencia con las imágenes obtenidas, logrando producir pequeños videos que muestran el movimiento aparente del cielo.

Por ultimo, debemos mencionar que existe una gran variedad de software especializado para procesar las imágenes obtenidas mediante estas técnicas, ya que mucho del trabajo viene después de tomar las imágenes. Este software puede comprarse, aunque existen muchos de ellos que son de libre acceso y que pueden obtenerse de Internet, como el caso mencionado.

<< CONCLUSIONES

Como podemos darnos cuenta, son muchas las posibilidades que pueden presentarse en la astrofotografía, además que es mucho más sencilla de lo que suponíamos. Presenta además muchas variantes, que dependerán básicamente de nuestra inventiva.

Los juegos de luces que pueden crearse cuando un automóvil de alguna carretera cercana invada nuestro encuadre, el paso de un avión o satélite artificial o incluso nosotros mismos, al momento de ir a cerrar el obturador con nuestra lámpara de mano al final de una exposición pueden crear efectos inesperados o bastante pictóricos.

Con una inversión mínima en una cámara digital no demasiado sofisticada, un tripié y un disparador, es posible de disfrutar de muy satisfactorias y provechosas sesiones de fotografía bajo los cielos nocturnos.

<< BIBLIOGRAFÍA

Covington, M., *Astrophotography for the amateur*, Cambridge University Press, 1995.

Charles, Jeffrey, *Practical astrophotography*, Springer, 2003.

García, R. & Cerda, C., *Fotografía del Halley*, IAM, 1986.

Wallis, B. & Provin, R., *A manual of advanced celestial photography*, Cambridge University Press, 1988.



ESTRELLAS
VARIABLES

ESTRELLAS VARIABLES

Jesús Higuera
Departamento de Física - Universidad de Sonora

EN LA NOCHE AL MIRAR EL CIELO, VES QUE LAS ESTRELLAS TIENEN UN CIERTO BRILLO, PARECE QUE ÉSTE ES EL MISMO SIEMPRE QUE LAS VEMOS.



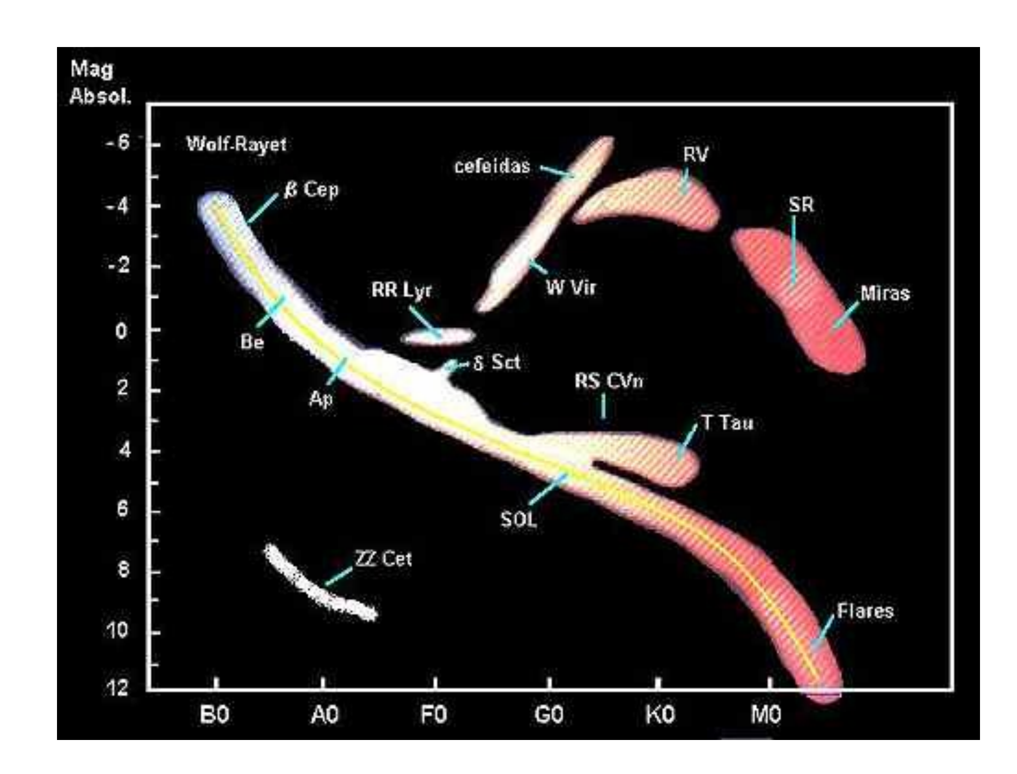
1

¿Qué pensarías si te digo, que no todas las estrellas brillan de la misma manera ni con la misma intensidad?, ya no mirarías el cielo de la misma forma, ¿verdad? Entonces para saber a qué se debe este fenómeno necesitamos definir, ¿Qué es una estrella? Las estrellas son grandes masas de gas, en general, compuestas mayormente de hidrógeno; existen por el balance entre la gravedad que intenta contraerlas y la presión de la radiación producida por la fusión nuclear, que a su vez pretende expandirlas (fig. 1 y 2).



2

La masa es el parámetro más importante de una estrella, ya que su masa inicial determina el ciclo de su vida. Ahora conozcamos, qué es lo que hace que una estrella se considere como estrella variable. Las estrellas variables son las aquellas cuyo brillo no permanece constante, sino que varía o cambia con el tiempo. Las escalas de tiempo cambian dependiendo del tipo de variabilidad de segundos, horas, días, años o siglos.



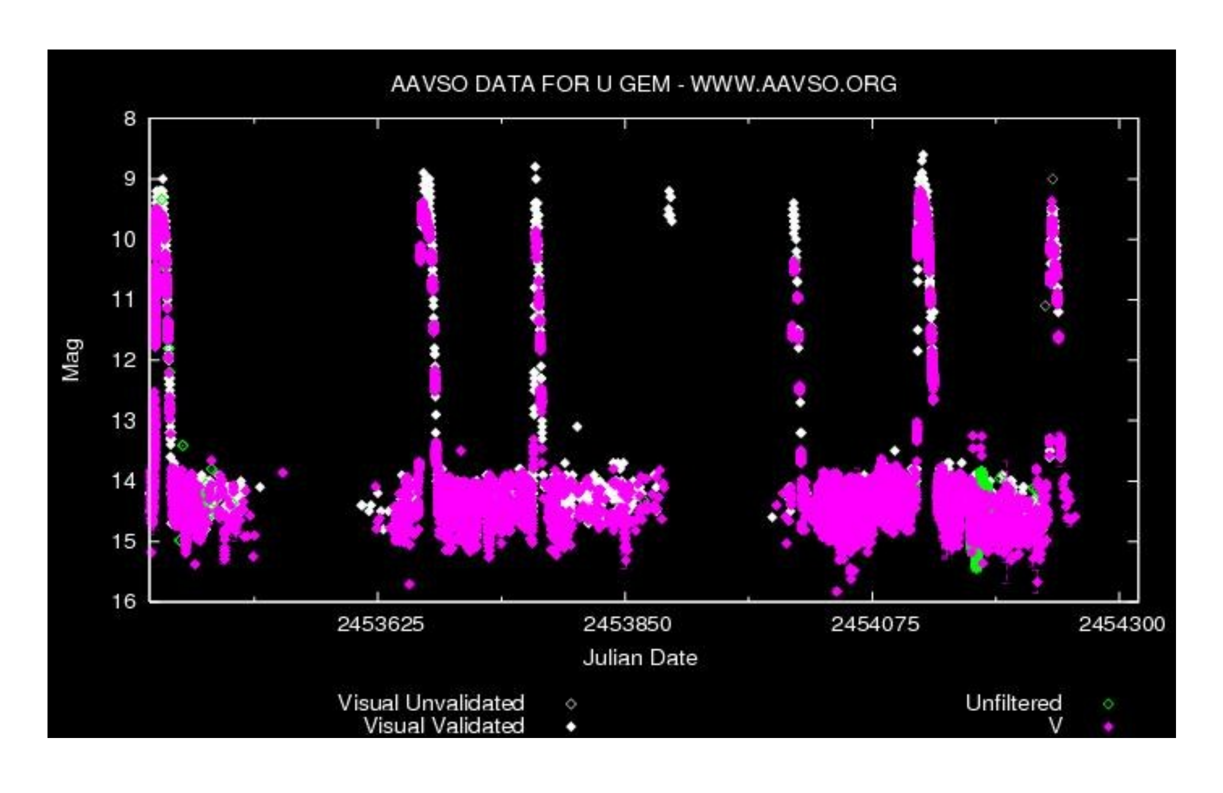
Ahora ya sabemos por qué una estrella se considera variable, pero, ¿por qué varían las estrellas o qué las hace variar? Como podemos suponer, no todas las estrellas lo hacen por la misma razón, por lo tanto se agrupan en diferentes tipos, tomando en cuenta la causa de su variabilidad. Los dos grupos principales en los que se divide el tipo de variabilidad, es si son variables intrínsecas o extrínsecas. ¿Esto qué significa?

Las estrellas variables intrínsecas son aquellas en las que su variabilidad es causada por cambios en las propiedades físicas de las propias estrellas. A su vez esta categoría se divide en tres subgrupos:

Variables pulsantes: Son aquellas cuyo radio se expande y se contrae como parte de su proceso evolutivo natural, lo que quiere decir que las estrellas pulsan.

Variables eruptivas: Son estrellas que experimentan erupciones en sus superficies, como llamaradas o eyecciones de materia.

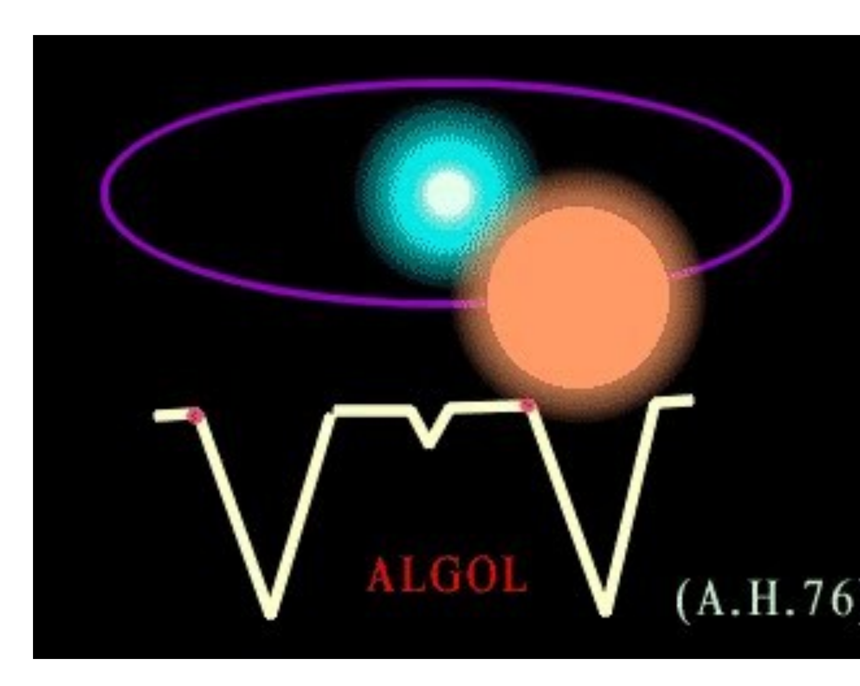
Variables cataclísmicas: Estas estrellas experimentan algún cambio cataclísmico en sus propiedades físicas, como las novas y las supernovas.



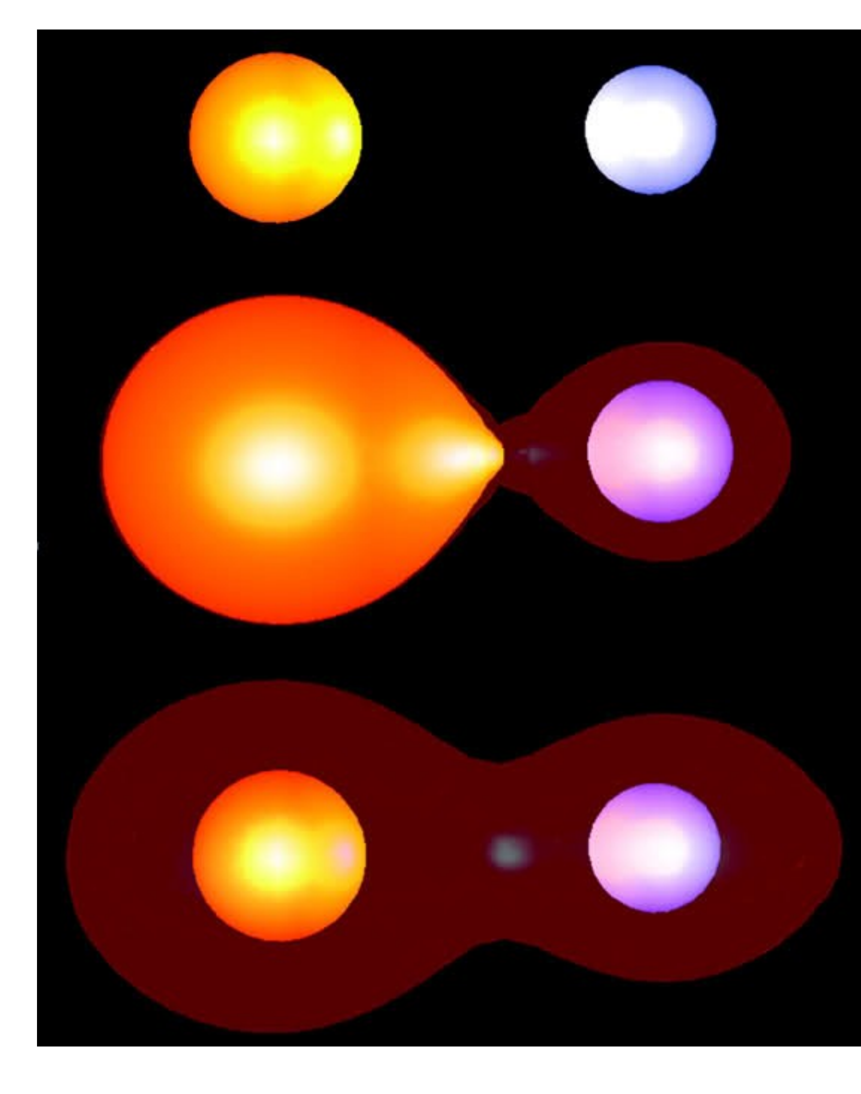
Las estrellas variables extrínsecas son en las que su variabilidad es causada por propiedades externas, como la rotación o eclipses. Sólo existen dos subgrupos de variables extrínsecas:

Binarias eclipsantes: Son sistemas de estrellas en las cuales debido a la posición que tenemos desde la Tierra, una estrella eclipsa a la otra ocasionalmente debido a su traslación orbital.

Variables rotantes: Son estrellas cuya variabilidad es causada por algún fenómeno relacionado con su rotación. Por ejemplo, algunas tienen manchas solares de proporciones extremas que afectan su brillo aparente, u otras que por tener una velocidad de rotación muy elevada, tienen forma elipsoidal.



Cada uno de los subgrupos presentados aquí, se pueden dividir a su vez en subgrupos más específicos, según la estrella prototípica del subgrupo. Después de ver qué es una estrella, qué es lo que la hace ser considerada variable y los diferentes tipos que existen, ¿cómo observamos y analizamos las estrellas variables? Generalmente tomamos imágenes con telescopios, ya sea en grandes y reconocidos observatorios como el Observatorio Astronómico Nacional en la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, pero también puede hacerse con telescopios más pequeños en una noche oscura y con cielo despejado.



Una vez que obtenemos las imágenes las analizamos mediante la fotometría. De estas observaciones podemos obtener una gráfica llamada curva de luz, en la cual relacionamos la variación del brillo de la estrella con el tiempo de variación. Cuando son estrellas variables regulares, podemos determinar con mucha precisión su período de variabilidad y la amplitud del mismo. El instante en que la estrella alcanza su máximo brillo se conoce como máximo, y en el momento en que tiene su menor brillo se conoce como mínimo. Gracias a que no es necesario usar grandes telescopios para realizar buenas observaciones, los astrónomos aficionados pueden hacer muchas aportaciones significativas si comparan dentro del mismo campo visual de sus telescopios a estas estrellas con otras cuyas magnitudes sean constantes y conocidas. Entonces si estiman la magnitud de la estrella variable y conociendo la hora en que se hace la observación, pueden construir una curva de luz visual para cada estrella variable que observen. Así que ahora que sabemos qué son las estrellas variables, por qué varían y que no es necesario tener acceso a grandes telescopios para poder observarlas y realizar una aportación a la ciencia, los invito a observarlas y que realicen sus propias curvas de luz.

ISON

EL COMETA ISON

ESA

Las misiones espaciales de la ESA se están preparando para la llegada de un visitante de hielo al Sistema Solar interior: el cometa ISON, que podría ser visible a simple vista a finales de este año.

Este cometa fue descubierto el día 21 de septiembre de 2012 por los astrónomos Artyom Novichonok y Vitali Nevski utilizando un telescopio de 40 centímetros de diámetro que forma parte de la Red Internacional de Óptica Científica, ISON.

Procedente de la Nube de Oort, un depósito de rocas congeladas situado a miles de millones de kilómetros del Sol, el cometa ISON se encuentra en una trayectoria que lo llevará hasta una distancia de apenas 1.2 millones de kilómetros de la superficie visible del Sol el próximo día 28 de noviembre.

El Telescopio Espacial NASA/ESA Hubble observó este cometa a principios de este año, tomando imágenes como esta, correspondiente al día 30 de abril, con un gran nivel de detalle. En esta composición el cometa se muestra sobre un fondo de estrellas y galaxias fotografiado por separado.

El cometa permaneció oculto por el Sol durante algún tiempo, pero el pasado mes de agosto fue observado de nuevo por el astrónomo aficionado Bruce Gary.

Los astrónomos de todo el mundo ya están observando la aproximación del cometa. El calor del Sol comenzará a calentar el hielo de su superficie, transformándolo en gas y haciendo más visible su coma – la tenue atmósfera que rodea al núcleo de roca y hielo. Las partículas de polvo en suspensión serán arrastradas hasta formar una cola, que se irá haciendo más visible a medida que el cometa se acerque al Sol.

El astrónomo Pete Lawrence del Reino Unido fotografió ISON (derecha) el pasado día 15 de septiembre, cuando atravesaba la constelación de Cáncer en camino hacia Leo. Pete utilizó un telescopio de 10 centímetros de diámetro con una cámara CCD. El tiempo total de exposición fue de 40 minutos, y el resultado final es una composición de una serie de fotografías independientes.

Las misiones espaciales de la ESA y de la NASA también se están preparando para observar el cometa. Esta noche, la sonda Mars Express de la ESA comenzará su campaña de observación, durante la que tomará fotos y estudiará la composición del coma del cometa durante dos semanas. ISON alcanzará el punto más próximo a Marte el día 1 de octubre, acercándose a 10.5 millones de kilómetros del Planeta Rojo – seis veces más cerca de lo que pasará de la Tierra.

La misión ESA/NASA SOHO seguirá al cometa cuando rodee al Sol a finales de noviembre. Los astrónomos dudan si conseguirá sobrevivir a este brutal encuentro.

Las misiones Venus Express y Proba-2 de la ESA también tienen previsto estudiar el cometa durante los meses de noviembre y diciembre.

El cometa brillará en el cielo justo antes de su encuentro con el sol y la semana de después, en el caso de que sobreviva, aunque es muy probable que haya desaparecido, para el momento de mayor acercamiento a la tierra el 26 de Diciembre. No existirá peligro de que impacte con nuestro planeta en ningún momento.

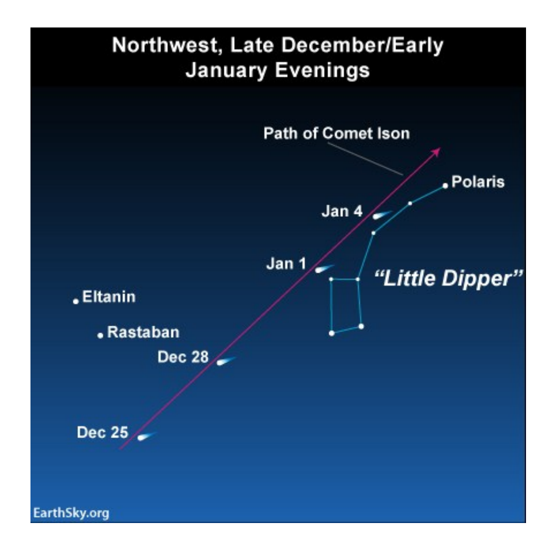
Noviembre del 2013. El cometa ISON continuará brillando durante el mes a medida que se acerque a su perihelio (el punto más cercano a nuestro sol) a finales de noviembre. ISON pasará muy cerca de la estrella brillante Spica y del planeta Saturno, ambos en la constelación de Virgo. El acontecimiento de su perihelio el 28 de noviembre será emocionante. Si todo sale bien y el cometa no se desintegra (como a veces sucede con los cometas), el maravilloso calentamiento que experimentará el cometa ISON lo podría convertir en un objeto brillante.

Diciembre del 2013. Este será el mejor mes para ver el cometa ISON, suponiendo que haya sobrevivido su paso cercano por el Sol. El cometa será visible tanto en el cielo de la noche después del atardecer como en la mañana. A medida que la distancia entre ISON y el Sol aumente, se volverá más tenue se espera que tenga una cola larga. La gente en toda la Tierra podrá verlo, pero la mejor visibilidad la tendrán los que viven en el hemisferio norte.

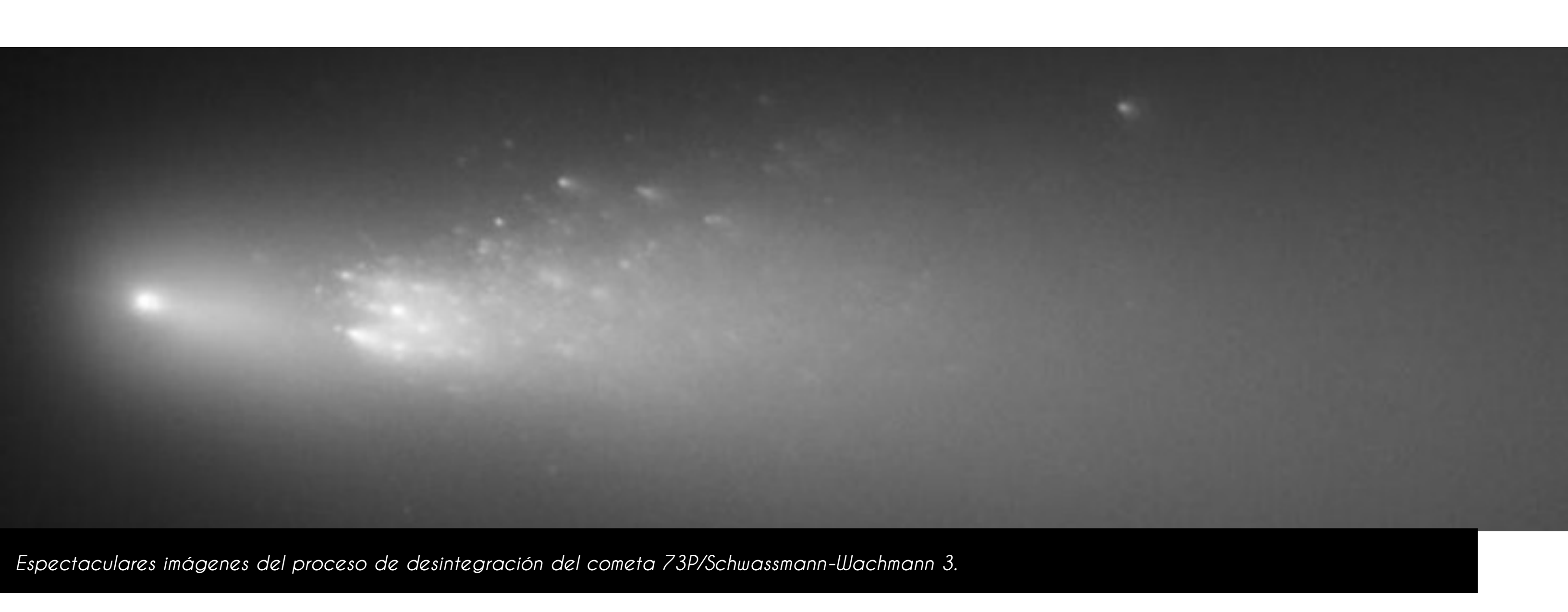
Enero del 2014. ¿Será visible el ISON? Así lo esperamos. El 8 de enero del 2014, el cometa se encontrará a tan solo 2° de Polaris, la Estrella Polar.

¿Qué tan brillante será el cometa ISON? ¿Y qué tan larga será su cola? Nadie puede aún responder estas preguntas, pero muchos están emocionados con este cometa.





Posiciones del cometa ISON durante los meses de Diciembre y Enero.



Espectaculares imágenes del proceso de desintegración del cometa 73P/Schwassmann-Wachmann 3.

Octubre

2013:10:03 08:20 Urano en oposición
2013:10:04 18:36 Luna nueva
2013:10:06 18:13 Luna en conjunción con Mercurio, 2.78° N de Mercurio
2013:10:06 21:09 Luna en conjunción con Saturno , 1.89° S de Saturno
2013:10:08 07:57 Luna en conjunción con Venus , 4.65° N de Venus
2013:10:08 13:42 Mercurio en conjunción con Saturno , 4.98° S de Saturno
2013:10:09 03:39 Mercurio máxima elongación al este (25.34°)
2013:10:10 15:14 Luna en el perigeo (369873 km)
2013:10:11 17:05 Cuarto creciente
2013:10:12 09:07 Júpiter en cuadratura
2013:10:18 17:40 Luna llena
2013:10:25 08:11 Luna en el apogeo (404520 km)
2013:10:25 14:33 Luna en conjunción con Júpiter , 5.01° S de Júpiter
2013:10:26 17:43 Cuarto menguante
2013:10:29 14:09 Luna en conjunción con Marte , 6.09° S de Marte
2013:10:29 14:44 Mercurio en conjunción con Saturno , 3.61° S de Saturno
2013:11:01 14:15 Mercurio en conjunción inferior

Noviembre

2013:11:01 02:33 Venus máxima elongación al este (47.07°)
2013:11:01 14:15 Mercurio en conjunción inferior
2013:11:03 00:52 Luna en conjunción con Mercurio, 0.00° N de Mercurio
2013:11:03 06:52 Luna nueva
2013:11:03 11:20 Luna en conjunción con Saturno , 1.56° S de Saturno
2013:11:06 03:46 Luna en el perigeo (365259 km)
2013:11:06 05:58 Saturno en conjunción
2013:11:06 18:24 Luna en conjunción con Venus , 8.00° N de Venus
2013:11:09 23:59 Cuarto creciente
2013:11:17 09:18 Luna llena
2013:11:17 20:46 Mercurio máxima elongación al oeste (19.48°)
2013:11:21 22:00 Luna en conjunción con Júpiter , 5.03° S de Júpiter
2013:11:22 03:29 Luna en el apogeo (405421 km)
2013:11:24 11:43 Neptuno en cuadratura
2013:11:25 13:30 Cuarto menguante
2013:11:25 19:43 Mercurio en conjunción con Saturno , 0.31° S de Saturno
2013:11:27 05:47 Luna en conjunción con Marte , 5.38° S de Marte
2013:12:01 03:21 Luna en conjunción con Saturno , 1.25° S de Saturno
2013:12:01 16:40 Luna en conjunción con Mercurio, 0.42° N de Mercurio

Diciembre

2013:12:01 03:21 Luna en conjunción con Saturno , 1.25° S de Saturno
2013:12:01 16:40 Luna en conjunción con Mercurio, 0.42° N de Mercurio
2013:12:02 18:26 Luna nueva
2013:12:04 04:58 Luna en el perigeo (360039 km)
2013:12:05 15:50 Luna en conjunción con Venus , 7.52° N de Venus
2013:12:09 09:13 Cuarto creciente
2013:12:17 03:30 Luna llena
2013:12:19 00:03 Luna en conjunción con Júpiter , 4.91° S de Júpiter
2013:12:19 17:46 Luna en el apogeo (406236 km)
2013:12:21 11:02 Solsticio
2013:12:25 07:51 Cuarto menguante
2013:12:25 17:15 Luna en conjunción con Marte , 4.42° S de Marte
2013:12:28 19:00 Luna en conjunción con Saturno , 0.90° S de Saturno
2013:12:29 00:14 Mercurio en conjunción superior
2013:12:29 23:18 Urano en cuadratura
2014:01:01 05:16 Luna nueva
2014:01:01 08:35 Luna en conjunción con Mercurio, 6.55° N de Mercurio



NGC 6357

Por razones desconocidas, NGC 6357 es la formación de algunas de las estrellas más masivas que se han descubierto. Una de estas estrellas masivas, cerca del centro de NGC 6357, está enmarcada por encima de su propio castillo interestelar con su luz energética a partir del gas y el polvo circundantes. En la mayor nebulosa, los patrones intrincados son causados por interacciones complejas entre los vientos interestelares, la presión de radiación, campos magnéticos y la gravedad.

Crédito: NASA, ESA and J. Maiz Apellániz (IAA, Spain)

RS Pup

Es una de las estrellas más importantes en el cielo. Esto es en parte debido a que, por casualidad, está rodeada por una nebulosa de reflexión deslumbrante. Pulsar RS Puppis, la estrella más brillante en el centro de la imagen, es unas diez veces más masiva que nuestro Sol y una media de 15.000 veces más luminosa. De hecho, RS Pup es una estrella variable de tipo Cepheid, una clase de estrellas cuyo brillo se utiliza para estimar distancias a las galaxias cercanas como uno de los primeros pasos para establecer la escala de distancia cósmica.

Crédito: Hubble Legacy Archive, NASA, ESA - Processing: Stephen

NGC 3718

Una mirada cuidadosa a esta colorida foto cósmica revela un sorprendente número de galaxias cercanas y lejanas hacia la constelación de la Osa Mayor. El más llamativo es NGC 3718, la galaxia espiral deformada cerca del centro de la imagen. Los brazos espirales de NGC 3718 parecen torcidos y extendidos, moteado de pequeños cúmulos de estrellas azules.

Crédito: Martin Pugh (Heaven's Mirror Observatory)